

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-061578

(43)Date of publication of application : 04.03.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 04-215162

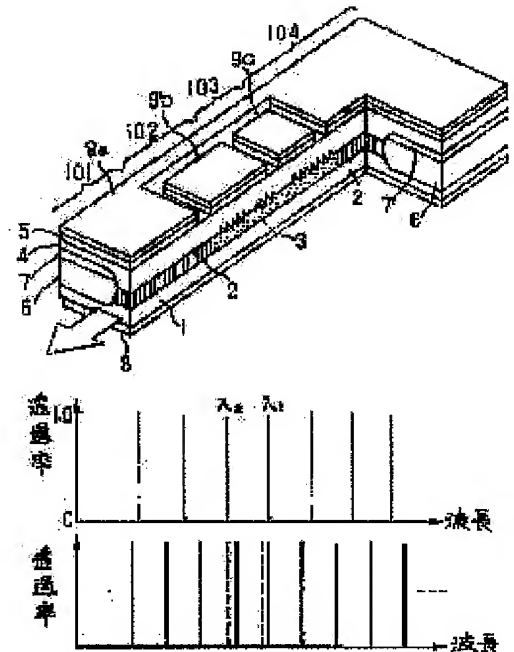
(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 12.08.1992

(72)Inventor : YOSHIKUNI YUZO
KANO FUMIYOSHI
TOMORI YUICHI
ISHII HIROYUKI**(54) DISTRIBUTION REFLECTION DEVICE, WAVEGUIDE TYPE FABRY-PERO 'T OPTICAL WAVELENGTH FILTER USING THE SAME, AND SEMICONDUCTOR LASER****(57)Abstract:**

PURPOSE: To provide a semiconductor laser which oscillates at a single wavelength by adopting a distribution reflector which shows high reflectance in a wide wavelength region and a waveguide type Fabry-Pero't optical wavelength filter wherein it is used.

CONSTITUTION: When current is made to flow to active waveguide regions 101, 104, laser oscillation is generated transmitting wavelength of a Fabry-pero't optical wavelength filter inside resonator is adjusted by making current flow to wavelength adjustment electrodes 9b, 9c provided to filter regions 102, 103, and oscillation wavelength is changed. Transmitting characteristic of the filter regions 102, 103 has a sharp peak periodically; however, a peak interval differs due to a difference of resonator length. In a structure wherein two filters are connected in series, only light of a wavelength λ , wherein transmitting wavelength of both filters coincides is transmitted and the laser oscillates. Therefore, when current is made to flow through the electrode 9c on the region 103, refraction factor in the region reduces, transmitting wavelength shifts to the side of short wavelength and oscillation wavelength moves to λ_2 , operational wavelength can be changed and a narrow band filter and a semiconductor laser can be acquired.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

02.08.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2770898

[Date of registration]

17.04.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-61578

(43)公開日 平成6年(1994)3月4日

(51)Int.Cl.⁵

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全6頁)

(21)出願番号 特願平4-215162

(22)出願日 平成4年(1992)8月12日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 吉国 裕三

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 狩野 文良

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 東盛 裕一

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 中村 純之助

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 分布反射器とそれを用いた導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタおよび半導体レーザ

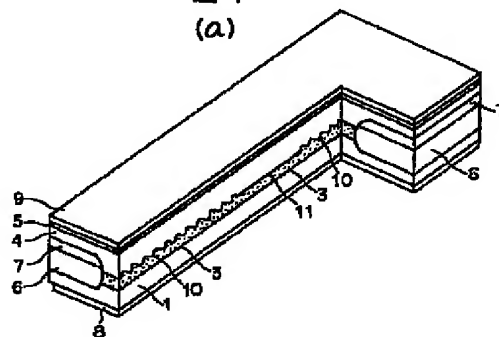
(57)【要約】

【目的】 広い波長域で高反射率を示す分布反射器を得て、ファブリ・ペロー光波長フィルタを形成するとともに、半導体レーザを得る。

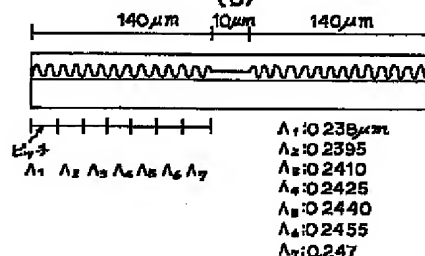
【構成】 Bragg波長の光に反射作用をもつ分布反射器の凹凸の周期を、連続的か断続的に変化させ、または微小差周期の位相シフトを1個所以上配置した分布反射器を用いて、ファブリ・ペローフィルタを形成し、さらに半導体レーザを構成する。

図1

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に、該基板より光学的屈折率の大きい光導波路層と、該光導波路層より屈折率が小さい光閉じ込め層をそれぞれ1層以上含む光導波路で、該光導波路を形成する1層以上の層に、周期的な凹凸の形成または周期的な組成の変化を形成することにより、上記光導波路の等価屈折率を周期的に変化させて回折格子を形成し、上記周期からBraggの回折条件で決定される波長をもつ光に対し反射作用をもつ分布反射器において、上記凹凸の1周期の長さを導波方向に対し連続的または断続的に変化させるか、あるいは1周期の長さが微小な違いを有する位相シフトを少なくとも1個以上配置することにより、上記回折格子のBragg波長を空間的に変化させ、広い波長範囲で高反射が得られることを特徴とする分布反射器。

【請求項2】上記請求項1に記載した分布反射器が、回折格子を含まない平坦な光導波路の両側に形成され、両側の分布反射器間のファブリ・ペロー干渉により、光透過率が鋭い共振特性を示すことを特徴とする導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタ。

【請求項3】上記請求項2に記載した導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタを、共振器内部に1個以上含み、上記光波長フィルタの波長選択性により単一波長で発振することを特徴とする半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光通信分野での光波長（周波数）多重通信システムや光計測用等で重要な、分布反射器を用いた導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタ及び半導体レーザに関するものである。

【0002】

【従来の技術】将来の通信情報量増大に対して、波長が異なる複数の信号光を多重化し1本の光ファイバで伝送する、光波長（周波数）多重通信システムの研究が行われている。上記光波長多重通信システムでは、波長領域で多重化された複数の信号光のなかから特定波長の信号光だけを選択する、光波長フィルタが重要な構成部品である。光波長フィルタとしては、2枚の反射鏡が平行に一定間隔で対向し、その間の多重干渉によって鋭い共振特性を示すファブリ・ペロー干渉計型フィルタが多く用いられている。光通信システムでは、光ファイバや半導体レーザ等の導波型光部品と組合わせて用いるため、上記導波型部品との光学的結合が容易にできる導波型のファブリ・ペローフィルタが研究されている。上記ファブリ・ペローフィルタでは高反射率の反射鏡を必要とするため、これまでは導波路の両端面に高反射膜を蒸着した構造が報告されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の構造では導波路を切断しなければならないため、製

造が難しく、また他の導波路との接続が困難で、接続損失が大きいという欠点があった。導波路を切断せずに高い反射率が得られるものとしては、導波路上に周期的な凹凸を刻んだ分布反射器が知られているが、上記分布反射器は従来狭い波長域でしか高反射率を示さないため、波長フィルタ用としては適さなかった。

【0004】本発明は、広い波長域で高反射率を示す分布反射器を得て、ファブリ・ペロー光波長フィルタを形成するとともに、半導体レーザを得ることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、基板上に、該基板より光学的屈折率の大きい光導波路層と、該光導波路層より屈折率が小さい光閉じ込め層をそれぞれ1層以上含む光導波路で、該光導波路を形成する1層以上の層に、周期的な凹凸の形成または周期的な組成の変化を形成することにより、上記光導波路の等価屈折率を周期的に変化させて回折格子を形成し、上記周期からBraggの回折条件で決定される波長をもつ光に対し反射作用をもつ分布反射器において、上記凹凸の1周期の長さを導波方向に対し連続的または断続的に変化させるか、あるいは1周期の長さが微小な違いを有する位相シフトを少なくとも1個以上配置することにより、上記回折格子のBragg波長を空間的に変化させ、広い波長範囲で高反射が得られるようにした分布反射器を、回折格子を含まない平坦な光導波路の両側に形成し、分布反射器間のファブリ・ペロー干渉により光透過率が鋭い共振特性を示す導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタを得るとともに、上記フィルタを共振器内部に1個以上含むことにより、単一波長で発振する半導体レーザを得て達成される。

【0006】

【作用】本発明では、回折格子のピッチが連続的または断続的に変化する回折格子を作成し、広い波長範囲で高反射率を示す分布反射器とし、これを用いてファブリ・ペロー型フィルタを構成する。図5（a）～（c）は本発明に基づく回折格子の例を示すが、これらはいずれも光導波路構造になっており、例えば図の左側端面から入射した光は導波路中を伝搬し右側端面から出射する。光の波長が回折格子の反射波長に一致している場合には、入射光の一部または全部が上記回折格子により反射され、左側の端面から出射する。図において、（a）は回折格子のピッチを連続的に変化した例であり、ピッチは左端の0.238 μ mから右端の0.247 μ mまで直線的に増加している。また、（b）はピッチを断続的に変化した例であり、ピッチは左端の0.238 μ mから右端の0.247 μ mまで0.001 μ m刻みで階段状に増加している。さらに、（c）は位相シフトを複数形成して等価的にピッチを変化させた例であり、ピッチは0.242 μ mで一定であるが、回折格子の左側で

は1周期の長さが短いプラスの位相シフトが、右側では1周期の長さが長いマイナスの位相シフトが数箇所形成されており、位相シフトの間隔が両端に向かって中心からの距離に逆比例して狭くなっている。

【0007】図6は、上記図5(b)に示す例について、回折格子の反射率を光の波長の関数として示した計算例である。回折格子の長さは $140\mu\text{m}$ 、導波路の実行屈折率(n_{eff})は3.2025である。通常回折格子ではピッチ Λ に対して、反射率のピーク波長は $\lambda = 2n_{\text{eff}}\Lambda$ で与えられる。本発明による回折格子も中心のピッチ0.242 μm から上記の式で計算される1.55 μm を中心として高反射率を示すが、通常回折格子に比べ高反射率を示す帯域幅が大幅に広がっている。波長1.52 μm から1.58 μm の間で80%以上の反射率になっており、良好な反射特性を示している。図6に示す例では帯域幅が半値全幅で約0.08 μm であり、同一条件における通常回折格子の帯域が約0.001 μm であるのに対して、約8倍に広がっている。

【0008】

【実施例】つぎに本発明の実施例を図面とともに説明する。図1は本発明による導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタを示す第1実施例図、図2は上記ファブリ・ペロー光波長フィルタの透過特性を示す図、図3は本発明による半導体レーザを示す第2実施例図、図4は上記半導体レーザの動作原理を示す図で、(a)はフィルタ102領域の透過特性、(b)はフィルタ103領域の透過特性を示す図である。

【0009】図1に示す第1実施例は請求項1に記載した本発明の分布反射器を用いる導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタである。(a)は上記光波長フィルタの構造図、(b)は回折格子を示す図である。図1(a)において、1はn型InP基板、3はバンドギャップ波長が1.3 μm のInGaAsP非活性導波路層、4はp型InPクラッド層、5はp(+)型InGaAsPキャップ層、6はp型InP電流ブロック層、7はn型InP電流ブロック層、8はn型電極、9はp型電極、10は前項に記載した本発明による分布反射器に基づく回折格子である。上記回折格子10は前項に記したように140 μm の長さであり、この回折格子が平坦な導波路11の両側に形成されている。上記平坦な導波路11の長さは10 μm である。

【0010】上記第1実施例の導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタの作製方法を簡単に説明する。最初に有機金属気相エビタキシャル成長法を用いて、n型InP基板1上に非活性導波路層3を作製する。その後、上記非活性導波路層3の表面に塗布したレジストに、電子ビーム露光法を用いてピッチが変調された回折格子のパターンを転写し、該転写パターンをマスクとしてエッチングを行い回折格子10を形成する。この時の転写パターンの一部に回折格子が無い部分を形成しておき、同時に上記平

坦な導波路11を形成する。つぎに、横モードを制御するためにストライプ状に導波路を加工し、再度有機金属気相エビタキシャル成長法を用いて、p型InP電流ブロック層6、n型InP電流ブロック層7、p型InPクラッド層4およびp(+)型InGaAsPキャップ層5を順次作製する。その後、p型電極8およびn型電極9を形成する。

【0011】上記平坦な導波路11の両側に設けた回折格子は、図1(b)に示すようにピッチ Λ を断続的に変化させて分布反射器を形成し、前項に示したように1.52 μm ~1.58 μm の波長範囲で高反射率となるので、入射光は両側の分布反射器の間で多重反射を受けて回折格子10の間を往復し、いわゆるファブリ・ペロー共振を起こす。図2にファブリ・ペロー共振器の透過特性を示す。透過特性は約2.5nm(0.0025 μm)間隔で鋭いピークをもっており、各ピークは半値0.1nm以下の急峻なフィルタ特性を示す。このフィルタは光導波路を切断せずに構成できるため、多段に接続することが容易であり、また、半導体レーザや光増幅器、導波路型光検出器などと容易に集積化できる。さらに、透過率ピークの波長間隔、中心波長は導波路の長さにより容易に設定でき、また本実施例では、電極からの電流注入して生じる屈折率変化により微調整ができる。

【0012】ピーク間隔が異なるファブリ・ペロー光波長フィルタを多段に接続することにより、図2のピークの中から1本だけ選択することができ、1.52 μm ~1.58 μm の間で0.1nm以下の帯域幅のフィルタを構成することができる。

【0013】図3に本発明の第2実施例として請求項3に基づく半導体レーザの構造を示す。図3において、1はn型InP基板、2はバンドギャップ波長が1.55 μm のInGaAsP活性層、3はバンドギャップ波長が1.3 μm のInGaAsP光閉じ込め層、4はp型InPクラッド層、5はp(+)InGaAsPキャップ層、6はp型InP電流ブロック層、7はn型InP電流ブロック層、8はn型電極、9aは活性導波領域101、104上に設けたp型電極、9b、9cはファブリ・ペローフィルタ領域102、103上に設けたp型電極である。領域102のファブリ・ペローフィルタは本発明の分布反射器を用いた第1実施例に示すフィルタと同じであり、領域103は第1実施例のフィルタで中央の平坦導波路部が10 μm から20 μm に拡大したものである。

【0014】上記実施例に示した波長掃引機能付き半導体レーザの作製方法を簡単に説明する。最初に有機金属気相エビタキシャル成長法を用いて、n型InP基板1上に活性層2と光閉じ込め層3を作製する。その後、光学露光とエッチングを用いて上記活性層2の一部を除去し、除去した部分に上記実施例と同様にしてファブリ・ペローフィルタ領域102、103を形成する。そして

横モードを制御するためにストライプ状に導波路を加工し、再度有機金属気相エピタキシャル成長法を用いて、p型InP電流ブロック層6、n型InP電流ブロック層7、p型InPクラッド層4およびp(+)型InGaAsPキャップ層5を順次作製する。その後、p型電極9a~9cおよびn型電極8を形成し、さらに、上記p型電極9a、9b、9cをそれぞれ互いに電氣的に分離するために、それら各領域の結合部分の上方のp型電極およびp(+)型InGaAsPキャップ層5を除去する。

【0015】上記構成の半導体レーザでは、活性導波領域101、104に電流を流すことによってレーザ発振が生じ、発振波長は共振器内部に構成されたファブリ・ペロー光波長フィルタの透過波長によって決定される。フィルタの透過波長をフィルタ領域102および103に設けた波長調整電極9b、9cに電流を流すことによって調整し、発振波長を変化させることができる。

【0016】図4は上記半導体レーザの動作原理を示し、(a)はフィルタ領域102の透過特性、(b)はフィルタ領域103の透過特性を示している。フィルタ領域102、103の透過特性はともに周期的に鋭いピークをもつが、共振器長の違いにより、ピーク間隔はそれぞれ2.5nm、2.4nmと異なっている。そのため、2つのフィルタを直列に接続した図3の構造では、両方のフィルタの透過波長が一致する波長(λ_1)の光だけが透過し、この波長でレーザは発振する。この状態で103上の電極9cに電流を流すとこの領域の屈折率が減少し、領域103の透過波長は短波長側にシフトし、図中破線で示した位置に移る。そのため、波長 λ_1 でのフィルタ透過率は減少し、発振波長は λ_1 に移動する。このように波長調整電極9b、9cの一方に電流を流すことにより、約2.5nm間隔で発振波長を大きく変化させることができる。一方、電極9b、9cに同時に電流を流した場合には、2つのフィルタの透過波長は同時に短波長側にシフトし、発振波長を λ_1 の周辺で微調整することができる。

【0017】

【発明の効果】上記のように本発明による分布反射器とそれをを用いた導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタ

は、基板上に、該基板より光学的屈折率が大きい光導波路層と、該光導波路層より屈折率が小さい光閉じ込め層をそれぞれ1層以上含む光導波路で、該光導波路を形成する1層以上の層に、周期的な凹凸の形成または周期的な組成の変化を形成することにより、上記光導波路の等価屈折率を周期的に変化させて回折格子を形成し、上記周期からBraggの回折条件で決定される波長をもつ光に対し反射作用をもつ分布反射器において、上記凹凸の1周期の長さを導波方向に対し連続的または断続的に変化させるか、あるいは1周期の長さが微小な違いを有する位相シフトを少なくとも1個所以上に配置することにより、上記回折格子のBragg波長を空間的に変化させた分布反射器を、回折格子を含まない平坦な光導波路の両側に形成し、分布反射器間のファブリ・ペロー干渉により導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタを得るとともに、上記フィルタを共振器内部に1個以上設けて半導体レーザを構成するものであるから、光通信で利用される1.55 μ m帯全体にわたり動作波長が変化でき、狭帯域フィルタおよび半導体レーザを得ることができ。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による導波型ファブリ・ペロー光波長フィルタを示す第1実施例図であり、(a)は上記フィルタの構造図、(b)は回折格子を示す図である。

【図2】上記ファブリ・ペロー光波長フィルタの透過特性を示す図である。

【図3】本発明による半導体レーザを示す第2実施例図である。

【図4】上記半導体レーザの動作原理を示す図で、(a)はフィルタ領域102の透過特性、(b)はフィルタ領域103の透過特性を示す図である。

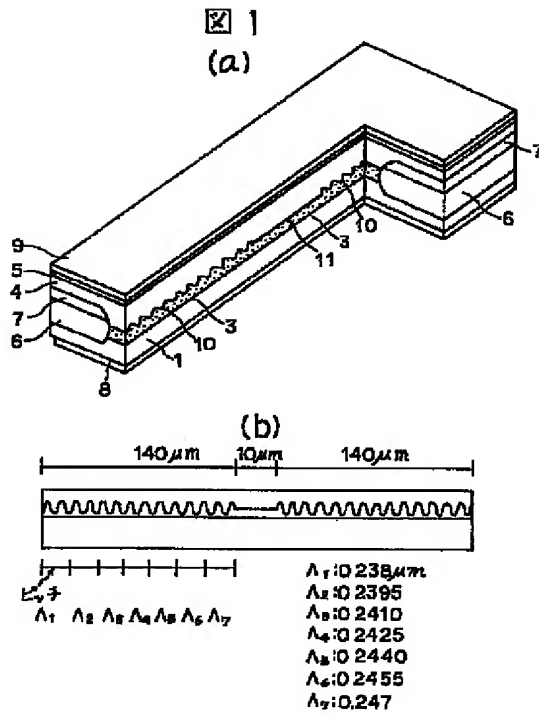
【図5】本発明による分布反射器の概念を示す図である。

【図6】上記図5(b)に示した分布反射器の反射特性を示す図である。

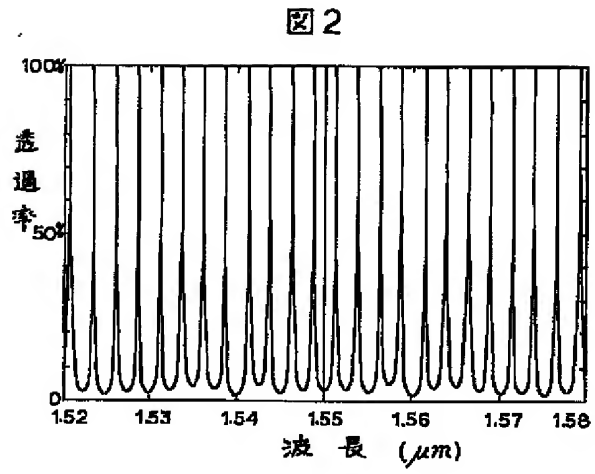
【符号の説明】

- | | | | |
|----|------------------|----|-------|
| 1 | 基板 | 2 | 光導波路層 |
| 3 | 光閉じ込め層 | 10 | 回折格子 |
| 11 | 回折格子を含まない平坦な光導波路 | | |

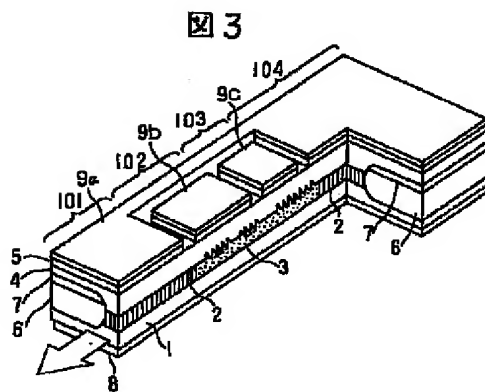
【図1】



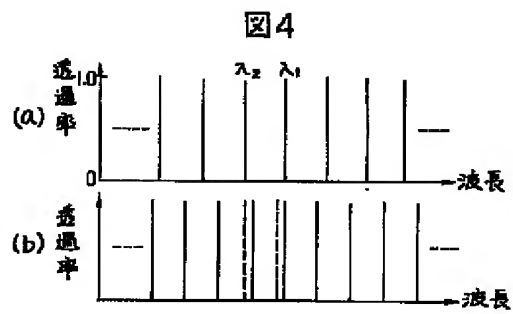
【図2】



【図3】

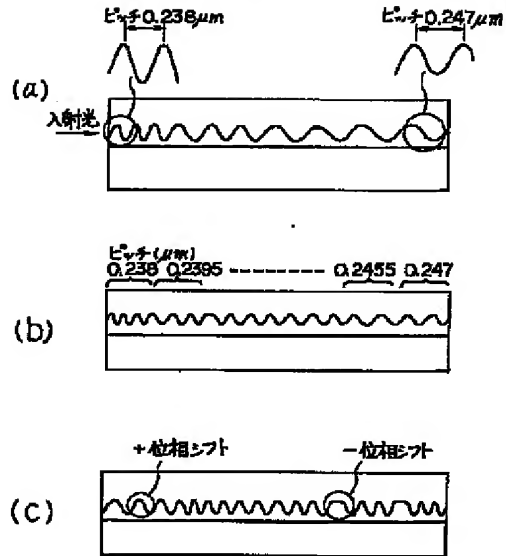


【図4】



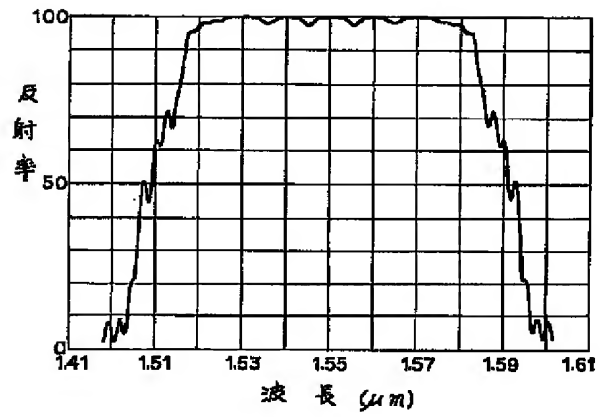
【図5】

図5



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 石井 啓之
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内